

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①1 **DE 3628088 A1**

②1 Aktenzeichen: P 36 28 088.7
②2 Anmeldetag: 19. 8. 86
④3 Offenlegungstag: 25. 2. 88

⑤1 Int. Cl. 4:
A 24 C 5/34
A 24 D 3/02
G 01 M 11/08
G 01 N 21/88
// G06G 7/75

DE 3628088 A1

⑦1 Anmelder:
B.A.T. Cigarettenfabriken GmbH, 2000 Hamburg, DE

⑦4 Vertreter:
Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem.
Dr.jur. Dr.rer.nat.; Marx, L., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:
Giebel, Hayo, Dr.-Ing., 8131 Traubing, DE;
Baumgartner, Viktor, Dipl.-Ing., 8021 Taufkirchen,
DE; Tilgner, Ralf-Dietrich, Dr.-Ing.; Heinhold, Hans,
Dipl.-Ing., 8000 München, DE; Kühne, Manfred,
Dipl.-Ing., 2000 Hamburg, DE; Federle, Hartmut,
Dr.-Ing., 2070 Ahrensburg, DE; Arnold, Rüdiger,
Dipl.-Ing., 8570 Pegnitz, DE; Rech, Werner,
Dipl.-Ing., 8581 Heinersreuth, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einrichtung zur optischen Überprüfung der Oberfläche von stabförmigen Rauchartikeln und/oder Filterstäben für die Tabakindustrie

Eine Einrichtung zur optischen Überprüfung der Oberfläche von stabförmigen Rauchartikeln und/oder Filterstäben für die Tabakindustrie weist eine die Stäbe senkrecht zu ihrer Längsrichtung transportierenden Fördereinrichtung und eine als Lichtquelle dienende Hochdrucklampe auf, die über ein Lichtleitkabel mit einem Sensorblock verbunden ist; das Lichtleitkabel ist auf mindestens zwei Querschnittswandler mit streifenförmigen Lichtaustrittsbereichen aufgeteilt, deren Lichtstrahlen über ein weiteres optisches System von oben bzw. unten auf den zeilenförmigen Bereich der Oberfläche des Stabes gerichtet werden. Außerdem enthält der Sensorblock eine Reihe von photoelektrischen Wandlern, die gleichzeitig einen zeilenförmigen Oberflächenbereich in Längsrichtung des Stabes abtasten und dadurch das an der Oberfläche des Stabes reflektierte Licht erfassen.

Eine durch den Produktionstakt gesteuerten Anordnung stellt durch Vergleichsbildung Oberflächen-Fehler aus den vom Reflexionsvermögen des zeilenförmigen Bereiches der Oberfläche abhängenden Ausgangssignalen der photoelektrischen Wandler fest.

Bibliothek
Bur. Ind. Eigendom
21 APR. 1988

DE 3628088 A1

BAD ORIGINAL

1. Einrichtung zur optischen Überprüfung der Oberfläche von stabförmigen Rauchartikeln und/oder Filterstäben für die Tabakindustrie

- a) mit einer die Stäbe senkrecht zu ihrer Längsrichtung transportierenden Fördereinrichtung,
- b) mit einer Lichtquelle für die Bestrahlung der Oberfläche eines in der Prüflage befindlichen Stabes,
- c) mit einer Reihe von photoelektrischen Wandlern, die gleichzeitig einen zeilenförmigen Oberflächenbereich in Längsrichtung des Stabes abtasten, und
- d) mit einer durch den Produktionstakt gesteuerten Anordnung für die durch Vergleichsbildung erfolgende Feststellung von Oberflächen-Fehlern aus den vom Reflexionsvermögen des zeilenförmigen Bereiches der Oberfläche abhängenden Ausgangssignalen der photoelektrischen Wandler.

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

- e) die eine einzige Hochdrucklampe (46) aufweisende Lichtquelle (12, 30) ist über ein Lichtleitkabel (32) mit einem Sensorblock (34) verbunden, der
 - e1) ein weiteres optisches System, das die aus dem Lichtleitkabel (32) austretenden Lichtstrahlen auf den zeilenförmigen Bereich der Oberfläche des Stabes (11) richtet, sowie
 - e2) die Reihe von photoelektrischen Wandlern (16) enthält; und
 - f) das Lichtleitkabel (32) ist auf mindestens zwei Querschnittswandler (74, 76) mit streifenförmigen Lichtaustrittsbereichen aufgeteilt, deren Lichtstrahlen von oben bzw. unten auf den zeilenförmigen Bereich der Oberfläche des Stabes (11) gerichtet werden.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdrucklampe (46) im ersten Brennpunkt eines Ellipsoid-Spiegels (48) angeordnet ist, der das abgegebene Licht über einen Umlenkspiegel (52) auf den Eingang des Lichtleitkabels (32) richtet.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Umlenkspiegel (52) als Kaltlichtspiegel mit spektraler Bandpaßcharakteristik für IR-Strahlung ausgebildet ist.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nähe des zweiten Brennpunktes des Ellipsoid-Spiegels (48) eine in den Strahlengang schwenkbare Strahlunterbrechungsplatte (54) angeordnet ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Umlenkspiegel (52) und dem Lichtleitkabel (32) ein IR-Filter (58) vorgesehen ist.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (12, 30) ein durch ein als optische Bank dienendes, einstückiges Gußteil gebildetes äußeres Gehäuse (36) und ein abgeschlossenes inneres Gehäuse (38) auf-

weist, und daß ein Lüfter (42) zum Austausch der Luft zwischen der Umgebung (36) und dem äußeren Gehäuse (36) vorgesehen ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem inneren Gehäuse (38) ein als "Kamin" dienender, sich an den Ellipsoid-Spiegel (48) anschließender Hohlzylinder (66) zur Ausbildung eines Primär-Gaskreislaufes in dem inneren Gehäuse (38) vorgesehen ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die aus den beiden Querschnittswandlern (74, 76) austretenden Lichtstrahlen jeweils über eine erste Zylinderlinse (78, 80), ein Linsen-Array (82, 84), eine zweite Zylinderlinse (86, 88), einen Umlenkspiegel (90, 92) und über eine dritte Zylinderlinse (94, 96) auf den zeilenförmigen Bereich der Oberfläche des Stabes (11) gerichtet werden.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in den Sensorblock (34) zumindest zwei weitere Lichtfaserbündel (98, 100) des Lichtleitkabels (32) münden, deren Lichtstrahlen über Ecken-Umlenkspiegel (102, 104) auf die seitlichen Randbereiche der zeilenförmigen Oberfläche des Stabes (11) gerichtet werden.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Sensorblock (34) nahe bei dem Stab (11) ein auswechselbares Farbfilter (106) angeordnet ist.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (72) des Sensorblockes (34) als optische Bank für die Justierung der optischen Komponenten ausgebildet ist.

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die analogen Ausgangssignale der photoelektrischen Wandler seriell, getrennt nach geradzahigen bzw. ungeradzahigen Bildpunkten, auf zwei Kanälen ausgelesen, einer Analog/Digital-Wandlung unterworfen, zwischengespeichert und dann unter Bildung eines Mittelwertes zusammengeführt werden.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die analogen Videosignale aus den photoelektrischen Wandlern unter Steuerung des Produktionstaktes zeilenweise ausgelesen werden.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die photoelektrischen Wandler als ladungsgekoppelte Elemente (CCD) einer Linescan-Kamera (16) ausgebildet sind.

15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Auslesen der Ladungen der einzelnen Bildpunkte aus den einzelnen CCD-Elementen in einem festen Zeitraster mit konstanter Belichtungszeit erfolgt, während die Restzeit von der jeweiligen Produktionsgeschwindigkeit bzw. Produktionstaktfolge abhängig ist.

16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der photoelektrischen Wandler mit Hilfe von Zwischenspeicherstufen gruppenweise verarbeitbar sind.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur optischen Überprüfung der Oberfläche von stabförmigen Rauchartikeln und/oder Filterstäben für die Tabakindustrie

der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

Im folgenden sollen die bei der optischen Überprüfung von stabförmigen Rauchartikeln und/oder Filterstäben auftretenden Probleme anhand der Überprüfung von Zigaretten erläutert werden. Ähnliche Probleme ergeben sich jedoch auch bei Cigarren, Cigarillos oder Filterstäben.

Bei der Herstellung von Zigaretten müssen sehr enge Toleranzen für die verschiedenen Abmessungen, insbesondere den Durchmesser und die Länge, eingehalten werden, damit die gewünschte, möglichst gleichbleibende und definierte Produktqualität sichergestellt wird.

Verschiedene Ausführungsformen von optischen Inspektionseinrichtungen, die in der Tabakindustrie eingesetzt werden können, gehen aus der DE-OS 25 42 082, der DE-AS 23 32 813, der DE-AS 24 51 199, der US-PS 40 93 866, der US-PS 41 49 089 und der US-PS 38 12 349 hervor.

Während mit diesen Inspektionseinrichtungen nur eine stichprobenartige Überprüfung einzelner Rauchartikel möglich ist, können mit der gattungsgemäßen Einrichtung zur optischen Überprüfung der Oberfläche von stabförmigen Rauchartikeln und/oder Filterstäben für die Tabakindustrie nach der DE-PS 30 30 140 auch bei den heutigen, hohen Produktionsgeschwindigkeiten in der Größenordnung von etwa 6000 Stäben pro Minute alle Oberflächenfehler erfaßt werden, also nicht nur Schwankungen in den Abmessungen, sondern auch Löcher oder Schmutzflecken auf der Oberfläche des Zigarettenpapiers, Änderungen in der Kontur, Knicke sowie Schwankungen in der Lage bzw. der exakten Ausbildung eines Stempels.

Zu diesem Zweck weist die bekannte Einrichtung eine die Stäbe senkrecht zu ihrer Längsrichtung transportierende Fördereinrichtung, im allgemeinen eine Transporttrommel, die sich an einer geeigneten Stelle in der Zigaretten-Herstellungsanlage befindet, eine Lichtquelle für die Bestrahlung der Oberfläche eines in der Prüflage befindlichen Stabes, eine Reihe von photoelektrischen Wandlern, die gleichzeitig einen zeilenförmigen Oberflächenbereich in Längsrichtung des Stabes abtasten, eine Speichereinheit für die Bildpunkte mehrerer, nebeneinander liegender Abtastzeilen und zweidimensionale Integratoren für die zweidimensionale Signalverarbeitung auf, die auch den Produktionstakt berücksichtigt.

Eine ähnliche Einrichtung geht aus der DE-OS 34 20 470 hervor, wobei auf einer ersten Fördereinrichtung ein erster Prüfzonenabschnitt und auf einer zweiten Fördereinrichtung ein zweiter Prüfzonenabschnitt vorgesehen sind. Auf jedem Prüfzonenabschnitt sind wenigstens zwei optische Prüfmittel unter verschiedenen Winkeln zur Förderebene ausgerichtet, die benachbarte achsparallele Umfangsabschnitte der den jeweiligen Prüfzonenabschnitt durchlaufenden Stäbe ausleuchten und abtasten. Jedes optische Prüfmittel besteht aus einer den achsparallelen Umfangsabschnitt der Stäbe ausleuchtenden Lichtquelle und einem optoelektronischen Sensor mit wenigstens einer Reihe optoelektrischer Detektoren zum Erfassen des an der Artikeloberfläche reflektierten Lichtes. Die beim Durchgang durch den Prüfzonenabschnitt verdeckten Umfangsbereiche der Stäbe sind beim Durchgang durch den zweiten Prüfzonenabschnitt den optischen Prüfmitteln zugewandt, so daß, anders als bei der Einrichtung nach der DE-PS 30 30 140, die gesamte Oberfläche eines Stabes erfaßt werden kann.

Detaillierte Untersuchungen einer solchen Inspektionseinrichtung haben jedoch gezeigt, daß noch Raum für Verbesserungen besteht. Insbesondere läßt sich die Genauigkeit bei der Erfassung von Oberflächenfehlern bei den erwähnten hohen Produktionsgeschwindigkeiten, die mittlerweile bis zu 8000 Stäben pro Minute reichen können, zu wünschen übrig.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur optischen Überprüfung der Oberfläche von stabförmigen Rauchartikeln und/oder Filterstäben für die Tabakindustrie der angegebenen Gattung zu schaffen, bei der die oben erwähnten Nachteile nicht auftreten.

Insbesondere soll eine Einrichtung vorgeschlagen werden, die auch bei extrem hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten von etwa 8000 Stäben pro Minute und mehr alle in der Praxis auftretenden Oberflächenfehler mit hoher Genauigkeit erfaßt.

Dies wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale erreicht.

Zweckmäßige Ausführungsformen werden durch die Merkmale der Unteransprüche definiert.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile beruhen auf der Abstimmung der einzelnen Komponenten des Gesamtsystems, nämlich der Beleuchtungseinrichtung, der auch als "Kamera" bezeichneten Reihe von photoelektrischen Wandlern und der Signal-Vorverarbeitung und -Auswertung, im Sinne einer Optimierung, um die optisch/elektrische Verhältnisse so zu gestalten, daß auch geringfügige Oberflächenfehler mit hoher Genauigkeit erfaßt werden können.

Zu diesem Zweck wird zunächst eine einzige Lichtbogenquelle, insbesondere eine Kurzbogen-Hochdrucklampe verwendet, die einen nahezu punktförmigen Lichtabgabebereich hat und deshalb schon von der Lichterzeugerseite her eine große Homogenität gewährleistet. Diese Weißlicht-Lampe wird in senkrechter Lage betrieben, so daß sich im Vergleich mit den bisher üblichen Ausführungsformen eine extrem lange Lebensdauer ergibt.

Zur Erhöhung der Lebensdauer trägt auch eine starke Kühlung mit hohem Luftdurchsatz durch einen "Spezialluftkonvektions-Kamin" bei. Denn die eigentliche Lichtquelle ist in einem Zweikammer-System angeordnet, wobei der als Kamin ausgestaltete innere Primär-Kreislauf dicht ist, d.h. die in unmittelbaren Kontakt mit der Weißlicht-Lampe kommende Luft steigt in dem so gebildeten "Kamin" nach oben und wird dadurch umgewälzt. Dieser innere, nach außen abgedichtete Primär-Kreislauf ist von dem Sekundär-Kreislauf umgeben, der mit der Umgebung verbunden ist, so daß über einen Lüfter ein ständiger Luftaustausch erfolgt und dadurch die von der Hochdrucklampe an das innere Gehäuse abgegebene Wärme nach außen abtransportiert werden kann.

Dieser optische Teil der Lichtquelle befindet sich in einem Gußgehäuse, so daß sich ein sehr stabiler und damit weitgehend erschütterungsfreier Aufbau ergibt.

Das von der Hochdrucklampe abgegebene Licht wird über einen die Hochdrucklampe umgebenden Spezialhohlspiegel auf einen Umlenkspiegel mit IR-Filter zum Auslaß reflektiert; die auf dem Umlenkspiegel vorgesehene Spezialschicht dient zur Ausblendung von IR-Strahlung und damit als Wärmefilter.

Ein weiteres IR-Wärmefilter befindet sich in Strahlenrichtung gesehen vor dem Auslaß, so daß das nach außen abgegebene Licht praktisch keine IR-Strahlung

mehr enthält.

An dem im Gußgehäuse vorgesehenen Ausgang erscheint also ein fokussiertes und damit konzentriertes Strahlenbündel ohne jeden IR-Anteil.

Aus Sicherheitsgründen ist am Auslaß eine Schutzklappe vorgesehen, die elektromechanisch betätigt und in den Strahlengang geschwenkt werden kann. Diese Betätigung kann entweder manuell oder selbsttätig erfolgen, bspw. beim Abziehen des noch zu erläuternden Lichtwellenleiter-Kabels vom Ausgang des Gehäuses der Lichtquelle.

An die Ausgangsöffnung des Gehäuses der Lichtquelle ist das bereits erwähnte Bündel von Lichtwellenleitern angeschlossen, das eine Länge von etwa 2 m haben kann und mit dem eigentlichen Sensorblock verbunden ist, der einen weiteren optischen Teil, der das von dem Lichtwellenleiter abgegebene Licht auf die Oberfläche des Stabes richtet, sowie die im folgenden auch als "Kamera" bezeichnete Reihe von photoelektrischen Wandlern enthält. Dieser Sensorblock ist als Einheit ausgebildet und auf einem Gußteil aufgebaut, das als optische Bank und gleichzeitig als Teil des Gehäuses dient; dadurch ergibt sich ein kompakter Aufbau, der verstellt und an die jeweiligen Gegebenheiten angepaßt werden kann. Gleichzeitig können auch Wärmeausdehnung, Wärmeableitung usw. berücksichtigt werden.

Eine optische Präzisionsbank gewährleistet eine hohe Vibrationsfestigkeit des optischen Teils; außerdem können Wechselobjektive vorgesehen und der Abstand zwischen Kamera und Optik nach Bedarf variiert werden, und zwar mit hoher Präzision.

Das mit der eigentlichen Lichtquelle verbundene Bündel von Lichtwellenleitern wird auf vier Teilbündel aufgeteilt und einer Querschnittswandlung unterworfen, so daß einerseits zwei etwa streifenförmige Lichtaustrittsbereiche und andererseits am Rand noch zwei zusätzliche Lichtwellenleiter-Bündel entstehen, die zur Eckenbeleuchtung dienen, wie noch erläutert werden soll.

Auf diese Weise ergibt sich eine sehr homogene Lichtverteilung in Längsrichtung des Stabes, indem das die beiden streifenförmigen Lichtaustrittsbereiche der beiden Lichtwellenleiter verlassende Licht über ein Linsen-Array, eine Zylinderlinse, einen Umlenkspiegel und eine weitere Zylinderlinse von oben bzw. von unten auf einen streifenförmigen Bereich der Oberfläche des Stabes gerichtet wird. Gleichzeitig fällt über Umlenkspiegel Licht von den beiden kleinen Lichtwellenleiter-Bündeln auf die Endenbereiche der Oberfläche des Stabes, wodurch sich eine starke Randbeleuchtung ergibt, die ebenfalls zur homogenen Lichtverteilung, auf die gesamte Oberflächenprojektion des sichtbaren Teils des Stabes gesehen, beiträgt.

Der gesamte Tiefenschärfe-Bereich der Kamera wird also sehr gleichmäßig ausgeleuchtet, so daß nun insbesondere genaue Durchmesser-Messungen möglich sind.

Der Lichtschärfepunkt des optischen Teils sollte nicht auf der Oberfläche des Stabes liegen, da sonst die Struktur der Lichtwellenleiter-Querschnittswandler, insbesondere defekte Glasfasern, sowie der optischen Komponenten abgebildet werden. Es hat sich deshalb als zweckmäßig herausgestellt, wenn der Schärfepunkt der Beleuchtung in Strahlenrichtung gesehen etwas hinter dem Stab liegt.

Das an der Oberfläche des Stabes reflektierte Licht passiert ein Farbfilter, so daß bestimmte Farben, bspw. der Stempelaufdruck, ausgeblendet oder hervorgehoben werden können, wenn die Oberfläche des Stabes

mit Mehrfarben-Licht, also Weißlicht, bestrahlt wird.

Es können auch Teilbereiche gefiltert werden, indem entsprechende unterschiedliche Filter eingesetzt werden. Um auch hier eine große Flexibilität zu erreichen, sollte das Farbfilter auswechselbar sein, so daß es bspw. an bestimmte Cigaretten-Marken angepaßt werden kann.

Das Farbfilter sollte sich möglichst nahe bei der Aufnahmeebene, also bei der Oberfläche des Stabes, befinden, um auch Teilbereiche gut abgrenzen zu können. Um angestrebte, unscharfe Filterübergänge zu erreichen, muß dieses Farbfilter in der Nähe des optischen Teils vorgesehen werden, während sich die erwähnte Grundfilterung für die IR-Strahlung direkt an der Lichtquelle befindet. Die Ausfilterung der IR-Strahlen ist nicht nur aus Wärmeschutz-Gründen, sondern auch wegen der IR-Empfindlichkeit der Kamera wesentlich.

Die Zylinderlinsen und das in horizontaler Richtung verlaufende Linsen-Array bzw. -Raster tragen ebenfalls zur angestrebten homogenen Lichtverteilung für die Beleuchtungsebene auf der Oberfläche des Stabes aus der Sicht der Kamera bei. Jeder Lichtwellenleiter-Querschnittswandler und die in Strahlenrichtung gesehen hintere Zylinderlinse können für den Strahlenabgleich verstellt werden, während die vordere Zylinderlinse, das Linsen-Array, der Umlenkspiegel und die Zylinderlinse am Lichtaustrittsfenster ortsfest sind.

Der photoelektrische Wandler wird durch ladungsgekoppelte bzw. CCD-Elemente in einer Linescan-Kamera gebildet, wobei die Videosignale zeilenweise produktionstaktgesteuert ausgelesen werden; dadurch ergibt sich eine konstante Belichtungszeit, d.h. das Auslesen der Ladungen der einzelnen Pixels aus der Linescan-Kamera erfolgt in einem festen Zeitraster, während die Restzeit bis zur nächsten Zeilenauslesung variabel ist, nämlich von der Produktionsgeschwindigkeit abhängt. Dadurch wird eine sehr exakte Durchmesser-Erkennung auch bei Änderungen der Fördergeschwindigkeit der Stäbe möglich.

Bei einem Prototyp einer solchen optischen Inspektionseinrichtung sind insgesamt 1024 CCD-Elemente vorgesehen, so daß das Videosignal aus maximal 1024 analogen Einzelsignalen bestehen kann. Dieses Signal kann entweder insgesamt oder gruppenweise durch Zusammenfassen von Pixeln verarbeitet werden, bspw. in vier Gruppen von jeweils 256 einzelnen Pixel-Signalen, wodurch sich eine Art "Lupeneffekt" erzielen läßt. Auf diese Weise können nämlich nun bestimmte Bereiche der Oberfläche ausgewählt und mit hoher d.h. maximaler Auflösung verarbeitet und damit erfaßt werden, wie es bspw. für die Überprüfung des Stempelaufdruckes erforderlich ist.

Ist eine solche extrem hohe Genauigkeit nicht erforderlich, so können die 1024 Einzelsignale gruppenweise, bspw. paarweise oder in Vierer-Gruppen, zusammengefaßt und dadurch mit entsprechend geringerer Genauigkeit weiterverarbeitet werden.

Die Auflösung in Transportrichtung ist bei allen Geschwindigkeiten gleich, weil eine starre Kopplung zwischen dem Zeilentakt, nämlich 128 Zeilen, und der Produktionsgeschwindigkeit eingehalten wird; dadurch wird die auf der Kamera erzeugte Abbildung in Objekttransportrichtung immer gleich hell und gleich groß.

Die CCD-Kamera besitzt zwei Video-Ausgangskanäle, wobei die Bildinformationen Bildpunkt für Bildpunkt bzw. Pixel für Pixel ausgelesen werden. Das Auslesen einer Zeile geschieht seriell, wobei der Kanal B die Signale der ungeradzahigen Bildpunkte und der Kanal A

die Signale der geradzahigen Bildpunkte zeitlich versetzt ausschickt. Auch die weitere Verarbeitung erfolgt zumindest teilweise zweikanalig mit einer Frequenz von jeweils 10 MHz, so daß sich eine Verarbeitungsgeschwindigkeit von 2×10 MHz ergibt; dadurch kann im Vergleich mit den bisher üblichen Ausführungsformen die Verarbeitungsgeschwindigkeit aus Sicht der Kamera beträchtlich erhöht werden.

Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, wenn in longitudinaler Richtung Streiflicht auf die Oberfläche des Stabes fällt, da man aus eventuellen Schatten Vorsprünge und damit Oberflächenfehler erkennen kann. Durch entsprechende Auslegung der räumlichen Anordnung der Umlenkspiegel läßt sich dies problemlos erreichen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Prinzip-Darstellung des mechanischen und optischen Teils einer Einrichtung zur optischen Überprüfung von Zigaretten,

Fig. 2 in Form eines Blockschaltbildes eine Ansicht des Gesamt-Aufbaus dieser Einrichtung,

Fig. 3 einen senkrechten Schnitt durch die Lichtquelle,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht des Sensorblocks mit der CCD-Kamera,

Fig. 5 eine Block-Darstellung der CCD-Kamera mit dem Video-Signallaß,

Fig. 6 eine Prinzip-Darstellung der Signalaufbereitung,

Fig. 7 eine Prinzip-Darstellung der Signal-Vorverarbeitung und -Auswertung, und

Fig. 8 ein Funktions-Diagramm des als "HVP II" bezeichneten Rechners.

Wie man in Fig. 1 erkennt, weist die Einrichtung 10 zur optischen Überprüfung von Zigaretten eine durch das Bezugszeichen 16 angedeutete sog. "Linescan-Kamera" auf, die eine zeilenförmig angeordnete Reihe von lichtempfindlichen Elementen enthält, nämlich "ladungsgekoppelte Elemente" (CCD), wobei insgesamt 1026 lichtempfindliche Elemente eine für die weitere Verarbeitung ausreichende Auflösung liefern.

Vor der Reihe von lichtempfindlichen Elementen befindet sich ein schematisch angedeutetes Objektiv 110, das die Scharfeinstellung der Abbildung auf die lichtempfindlichen Elemente ermöglicht.

Die zu überprüfenden Zigaretten 11 werden mittels einer Zuführtrommel (nicht dargestellt) auf eine Transporttrommel 14 aufgebracht, die sich an einer geeigneten Stelle in der Zigaretten-Herstellungsanlage befindet. Als Transporttrommel 14 kann bspw. eine Prüftrommel für die Untersuchung der Luftundurchlässigkeit von Zigaretten verwendet werden, wie sie bei einigen Zigaretten-Herstellungsmaschinen vorgesehen ist.

Die Transporttrommel 14 muß nur die Bedingung erfüllen, daß die Oberflächen der von hier erfaßten Zigaretten 11 zumindest teilweise freiliegen und dadurch von einer noch zu erläuternden Lichtquelle 12 beaufschlagt werden können. Bei der oben erwähnten Prüftrommel liegen etwa 50% der Oberfläche jeder Zigarette frei, so daß ein für die statistische Auswertung ausreichender Teil der Zigarettenoberfläche abgetastet werden kann.

Die Zigaretten 11 werden von der Trommel 14 in Richtung des Pfeils mitgenommen, bis sie zu der Stelle gelangen, an der die Oberfläche der Trommel 14 direkt dem Objektiv der Linescan-Kamera 16 zugewandt ist. An dieser Stelle wird die Trommeloberfläche durch eine

Lichtquelle 12 bestrahlt, deren detaillierter Aufbau aus Fig. 3 ersichtlich ist.

Das an den Zigaretten 11 reflektierte Licht der Lichtquelle 12 fällt durch das Objektiv 110 der Linescan-Kamera 16 auf die CCD-Elemente, so daß es in entsprechende elektrische Signale umgewandelt wird, deren Amplitude von der Intensität des reflektierten Lichtes abhängt.

Diese analogen Video-Signale werden in einer Verarbeitungselektronik 18 verschiedenen, noch zu erläuternden Umwandlungen unterzogen, so daß insbesondere mit Fehlern behaftete Zigaretten 11 erkannt und über eine an der Zigaretten-Herstellungsanlage vorgesehene Ausstoßeinrichtung 28 ausgeworfen werden. Parallel hierzu können Abbildungen bestimmter, ausgewählter Zigaretten 11 in einen Bildspeicher 20 gespeichert und auf einem Monitor 22 dargestellt werden.

Über eine mit einem Display kombinierte Tastatur 24 können Steuerdaten eingegeben werden. Ein Drucker 26 dient als Ausgabeeinheit und ermöglicht insbesondere die Ausgabe von statistisch relevanten Daten.

Fig. 2 zeigt die Gesamt-Konfiguration, nämlich eine Lichtquelle 30, die über ein bis zu zwei Meter langes Lichtleitkabel 32 mit einem Sensorblock 34 verbunden ist, der die Linescan-Kamera 16 sowie eine weitere, noch zu erläuternde Optik enthält. Dieser Sensorblock 34 ist über ein sieben bis zehn Meter langes Kabel mit einem Rechner 18 verbunden, der über ein weiteres, sieben bis zehn Meter langes Kabel an die Lichtquelle 30 angeschlossen ist. Die Netzzuleitung des Rechners 18 ist aus Fig. 2 ebenfalls ersichtlich.

Der Rechner 18 ist außerdem an einen Leitrechner für die gesamte Zigaretten-Herstellungsanlage, an die Zigaretten-Herstellungsmaschine (nicht dargestellt) sowie über ein sieben bis zehn Meter langes Kabel an die Anzeige 24 angeschlossen, die bestimmte auswählbare Daten anzeigt, bei dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel die Körperlänge einer Zigarette.

Diese "Dezentralisierung" der Einrichtung 10 zur Überprüfung der Oberfläche von Zigaretten, also die Aufteilung der Einrichtung in mehrere Komponenten, die über elektrische bzw. optische Kabel miteinander verbunden sind, ermöglicht die flexible Aufstellung der einzelnen Komponenten an geeigneten Stellen der Zigaretten-Herstellungsanlage.

Die aus Fig. 3 ersichtliche Lichtquelle 30 weist ein als Gußteil ausgebildetes Gehäuse 36 auf, das einstückig mit einem abgeschlossenen Innengehäuse 38 ausgebildet ist. Gehäuse 36 und Innengehäuse 38 enthalten eine Durchgangsöffnung, in die eine Fassung 40 für den Anschluß des Lichtwellenleiterkabels 32 eingesetzt ist.

An der Oberseite des Gehäuses 36 befindet sich ein Lüfter 42 für das Umwälzen bzw. den Austausch der Luft in dem Spalt zwischen Innengehäuse 38 und Gehäuse 36.

In dem nach außen abgeschlossenen Innengehäuse 38 ist im Bereich seines Bodens eine Halterung 44 für eine Kurzbogen-Hochdrucklampe, bspw. Xenon-Lampe vorgesehen, die in vertikaler Richtung in einem Ellipsoid-Spiegel 48 angeordnet ist, und zwar in der Weise, daß sich der Lichterzeugungspunkt der Xenon-Hochdrucklampe 46 in einem Brennpunkt des Ellipsoid-Spiegels 48 befindet. Wie man in Fig. 3 erkennt, ist sowohl über als auch unter der Xenon-Hochdrucklampe 46 eine Lampenhalterung 44 vorgesehen.

Der Strahlengang des von der Xenon-Hochdrucklampe 46 abgegebenen Lichtes ist in Fig. 3 durch die Linien 50 angedeutet. Man kann erkennen, daß das von

der Lampe 46 abgegebene Licht an dem Ellipsoid-Spiegel 48 nach oben zu einem Umlenk-Spiegel 52 mit IR-Bandpaß-Filter und von diesem zu dem Lichtwellenleiterkabel 32 reflektiert wird. Im zweiten Brennpunkt des Ellipsoid-Spiegels 48, der sich bei dem dargestellten Strahlengang hinter dem Umlenkspiegel 52 befindet, ist eine schwenkbare Strahlunterbrechungsplatte 54 mit einem zugehörigen Antriebsmotor 56 angeordnet. Entweder manuell ausgelöst oder selbsttätig kann die Strahlunterbrechungsplatte 54 in den Strahlengang geschwenkt werden, um den Lichtaustritt aus dem Innengehäuse 38 zu unterbinden und dadurch jede Gefahr durch das hochkonzentrierte Licht auszuschließen.

Im Strahlengang zwischen dem Umlenkspiegel 52 und dem Lichtwellenleiter 32 befindet sich ein weiteres IR-Filter 58, so daß die das Gehäuse 36, 38 verlassenden Lichtstrahlen praktische keine IR-Strahlen mehr enthalten.

Der plane Umlenkspiegel 52 läßt sich mittels einer Antriebseinrichtung 60 nach oben bzw. unten verstellen, wie es zur Justierung des Strahlengangs in Bezug auf das Lichtwellenleiterkabel 32 erforderlich werden kann.

Wie man in Fig. 3 erkennt, ist die Halterung 62 für den Ellipsoid-Spiegel 48 auf einem umlaufenden Ring 64 an der Innenfläche des Innengehäuses 38 befestigt.

Während die Luft in dem Zwischenraum zwischen dem Innengehäuse 38 und dem Gehäuse 36 mittels des Lüfters 42 ständig gegen Umgebungsluft ausgetauscht und dadurch umgewälzt wird, ist, wie erwähnt, das Innengehäuse 38 nach außen abgeschlossen; in diesem Innengehäuse 38 befindet sich ein senkrechter Hohlzylinder 66, der sich nach oben an den Ellipsoid-Spiegel 48 anschließt, so daß sich eine Art "Kamin-Effekt" ergibt; die durch die Wärmeabgabe der Xenon-Hochdrucklampe 46 erwärmte Luft im Innengehäuse 38 steigt im Innern des Zylinders 66 nach oben und strömt dann in dem Spalt zwischen der Wand des Innengehäuses 38 und dem Zylinder 66 nach unten, bis sie schließlich durch eine Öffnung 68 am unteren Ende des Ellipsoid-Spiegels 48 wieder in den Ellipsoid-Spiegel 48 und dabei an der Xenon-Hochdrucklampe 46 vorbeiströmt, um diese zu kühlen. Der Primär-Luftstromweg im Innengehäuse 38, der sich durch diese Kamin-Wirkung ergibt, wird durch die gestrichelten Pfeile angedeutet.

Diese Lichtquelle 30 kann als selbständige Baueinheit an einer geeigneten Stelle aufgebaut und über das Lichtwellenleiterkabel 32 mit dem Sensorblock 34 verbunden werden, der so in Bezug auf die Trommel 14 angeordnet werden muß, daß das von dem Sensorblock 34 abgegebene und an der Oberfläche der Zigarette 11 reflektierte Licht auf die Linescan-Kamera 16 fällt.

Der Aufbau des Sensorblockes 34, der ebenfalls als selbständige Einheit ausgebildet ist, läßt sich aus Fig. 4 erkennen. Das Lichtwellenleiterkabel 32 besteht aus einer Vielzahl von feinen Glasfasern, die in die beiden, aus Fig. 4 ersichtlichen Lichtwellenleiter 68 und 70 aufgeteilt sind, die oben bzw. unten in das Gehäuse 72 des Sensorblockes 34 eingeführt werden. Jeder Lichtwellenleiter 68, 70 mündet in einen Querschnittswandler 74, 76, d.h. die ankommenden Glasfasern der Lichtwellenleiter 68, 70 werden einer solchen Querschnittsveränderung unterworfen, daß sich eine streifenförmige Lichtaustrittsöffnung ergibt, die sich im wesentlichen über die Breite des Gehäuses 72 des Sensorblockes 34 erstreckt.

Im Strahlengang des von den streifenförmigen Lichtaustrittsbereichen der beiden Querschnittswandler 74, 76 ausgehenden Lichtes befinden sich jeweils hinterein-

ander eine Zylinderlinse 78, 80, ein Linsenarray bzw. eine Rasterlinse 82, 84, eine weitere Zylinderlinse 86, 88, ein Umlenkspiegel 90, 92, der das streifenförmige Strahlenbündel nach unten bzw. nach oben richtet, und eine weitere Zylinderlinse 94, 96, die das streifenförmige Strahlenbündel von oben bzw. von unten auf einen streifenförmigen Bereich der Oberfläche der Zigarette 11 konzentriert.

In Fig. 4 sind außerdem in der vertikalen Mitte zwischen den beiden Querschnittswandlern 74, 76, also etwa auf der vertikalen Höhe der Zigarette 11, an den beiden Seiten zwei weitere, aus dem Kabel 32 abgezweigte Lichtwellenleiter 98, 100 dargestellt, deren Lichtstrahlen über entsprechende Ecken-Umlenkspiegel 102, 104 von der Seite her auf die Zigarette 11 gerichtet werden und dadurch in den für die homogene Ausleuchtung immer kritischen Randbereichen der Zigarette 11 eine gleichmäßige Ausleuchtung gewährleisten.

Das als Gußteil gefertigte Gehäuse 72 des Sensorblocks 34 dient als optische Bank für die Justierung einzelner Komponenten. Das an der Zigarette 11 reflektierte Licht gelangt über ein Farbfilter 106, das mittels einer Halterung 108 auswechselbar in dem Gehäuse 72 befestigt ist, zu dem Objektiv 110 der Linescan-Kamera 16.

Das Farbfilter 106 ist austauschbar in dem Gehäuse 72 befestigt, so daß die Filterwirkung an den jeweiligen Cigarettentyp angepaßt werden kann.

Wie in Fig. 5 angedeutet ist, besteht die Linescan-Kamera 16 aus einem einzigen Chip mit hier bspw. 1024 CCD-Elementen, dem erforderlichen Vorverstärker und der Ansteuerungselektronik. Die CCD-Linescan-Kamera besitzt zwei Video-Ausgangskanäle A und B, wobei die analogen Bildsignale Bildpunkt für Bildpunkt ausgelesen werden. Das Auslesen der Bildpunkte einer Zeile geschieht seriell, wobei die Signale für die ungeradzahlig (odd) Bildpunkte auf dem Kanal B und die Signale für die geradzahlig (even) Bildpunkte auf dem Kanal A zeitlich versetzt ausgeschoben werden. Zur Steuerung dieses Vorganges sind die drei aus Fig. 5 ersichtlichen Kamera-Ansteuersignale erforderlich, nämlich ein Schiebetakt, ein Übernahmetakt und ein Beleuchtungstakt. Diese Steuersignale garantieren den funktionsgerechten Ablauf für die Erzeugung der analogen Videosignale auf den beiden Kanälen A und B.

Die Videosignale auf den beiden Kanälen A und B werden über Impedanzwandler 110, 112 dem Kabel 35 zugeführt, das an den Rechner 18 angeschlossen ist.

In dem Rechner 18 werden die analogen Videosignale auf den beiden Kanälen A, B über Ausgangsverstärker und (Koax-)Kabeltreiber, die in Fig. 5 schematisch angedeutet sind, einem Analog/Digital-Wandler ADC zugeführt, der aus den analogen Videosignalen entsprechende digitale Videosignale bildet.

Die beiden Analog/Digital-Wandler ADC besitzen Einrichtungen zum Nullwertabgleich und zur Signalnormierung, wie sie auf diesem Gebiete üblich sind.

Wie man aus Fig. 6 erkennt, in der das Grundprinzip der Signalaufbereitung dargestellt ist, schließen sich an die Analog/Digital-Wandler ADC Zwischenspeicher an, die nach dem "FIFO"-Prinzip arbeiten und durch "FIFO" gekennzeichnet sind. Die digitalen Videosignale aus den Zwischenspeichern "FIFO" werden in einem Mittelwertbildner AVER ("Averager") zusammengeführt und dann auf die Signalverarbeitung gegeben. Eine Synchronisationseinheit SYNC und ein Zeitgeber TIMER der Signalaufbereitung sowie die Analog/Digital-Wandler ADC

und die Zwischenspeicher FIFO werden über einen S4-Steuerbus konfiguriert bzw. gesteuert. Die Synchronisationseinheit SYNC, die als Sync-Board ausgebildet sein kann, übernimmt die Aufgabe der Steuerung nach außen, also im wesentlichen für die Linescan-Kamera 16 und das Maschinen-Interface, während der Zeitgeber TIMER, der als Timer-Board ausgebildet sein kann, den zeitlichen Ablauf und die Synchronisation nach innen übernimmt, also im wesentlichen für den S4-Steuerbus, den VME-Bus und die Zentraleinheit CPU.

Ein weiterer, an die Zwischenspeicher FIFO und den Mittelwertbildner AVER angeschlossener Bus VIDEO BUS dient dazu, das digitale Video-Signal auf der Vorverarbeitungsstrecke abzunehmen und einem Service-Rechner zuzuführen.

Wie bereits oben erwähnt wurde, wird im Mittelwertbildner AVER der Signalstrom von den beiden Kanälen A, B, nämlich von den beiden Zwischenspeichern FIFO, zusammengeführt und über den S4-Steuerbus konfiguriert in geeigneter Weise der nachgeschalteten Signalvorverarbeitung zur Verfügung gestellt. Der S4-Steuerbus wird über das S4-Interface vom VME-Bus aus bedient, wie man aus Fig. 6 erkennt.

Der weitere Signalfluß, nämlich die Signal-Vorverarbeitung und -Auswertung ist aus Fig. 7 ersichtlich; die digitalen Videosignale von dem Mittelwertbildner AVER werden der Signal-Vorverarbeitung zugeführt, die aus einem ersten Rechner HVP I, einem zweiten Rechner HVP II, einem weiteren Zwischenspeicher FIFO und einem Spezial-Prozessor besteht, die jeweils über den S4-Steuerbus angesteuert werden.

Die Funktion des ersten Rechners HVP I wird in der DE-PS 30 30 140 erläutert.

Die Signalauswertung erfolgt über die Zentraleinheit CPU, eine serielle Input-Output-Schnittstellenkarte SIO und das Maschinen-Interface, die im "Verbund" die wesentlichen Ergebnisse liefern, nämlich

Statistikprotokolle
Warnung/Alarm
Auswurf
Maschinen Stop

Hierbei übernimmt der zweite Rechner HVP II die Summation von Linien in horizontaler und vertikaler Richtung, wobei die Bildung von Bereich, Ort und Algorithmus in dem Rechner HVP II vom Spezialprozessor aus generiert wird.

Die serielle Input-Output-Schnittstellenkarte SIO bedient die "Peripherie", wie bspw. das Anzeigenpanel 24, den μ -Terminal, den Leitrechner und die Service-Kommunikation.

Das Grundprinzip der Signal-Vorverarbeitung und -Auswertung wird bereits in der DE-PS 30 30 140 beschrieben, so daß zur Vermeidung von Wiederholungen auf die dortigen Ausführungen, nämlich insbesondere die zweidimensionale Signalverarbeitung mit Hilfe von zweidimensionalen Integratoren, verwiesen werden darf.

Das Auslesen der analogen Videosignale aus den CCD-Elementen der Linescan-Kamera 16 erfolgt unter Steuerung des Produktionstaktes, wodurch eine konstante Belichtungszeit erreicht wird; das Auslesen der Ladungen der einzelnen Bildpunkte aus den einzelnen CCD-Elementen erfolgt in einem festen Zeitraster, d.h. der Auslesezeitraum für jeden Bildpunkt ist konstant, während die Restzeit bis zur nächsten Zeilenauslesung variabel ist, nämlich abhängig von der jeweiligen Pro-

duktionsgeschwindigkeit.

Dadurch lassen sich auch bei einer Änderung der Produktionsgeschwindigkeit die Durchmesser der einzelnen Cigaretten 11 mit hoher Genauigkeit erkennen.

Der zweite Rechner HVP II dient zur Bildauswertung in Echtzeit (Fig. 8). Dabei werden Byte-orientierte Daten mit einer Datenrate von 10 MHz verarbeitet, wobei die Art der Verarbeitung/Funktion in einem Mikroprogramm (MP) festgelegt und die Abfolge der Funktionen im Mikroprogramm-Sequenzierer dynamisch gesteuert werden. Dadurch wird auch ein zyklischer, bildsynchroner Betrieb ohne Host-Interaktion möglich.

Folgende Funktionen sind implementiert und können simultan ausgeführt werden:

- 15 Aufnahme eines Bildes vom Daten-Eingang "S3 Input"
- Aufnahme eines Bildes in den Bildspeicher, alternativ zu den genannten Aufnahmen, die Ausgabe aus dem Bildspeicher für die Verarbeitung
- 20 Summation über Elemente einer Zeile
- Summation über Elemente mehrerer Spalten, wenn die Elemente in einer Zeile angeordnet sind
- Ausgabe eines Bildes zum Ausgang "S3-Output"
- Ausgabe der Spalten-/Zeilen-Summen zum Ausgang
- 25 "S3-Output"
- Ausgabe von Steuercodes des Mikroprogramms MP zum Ausgang "S3-Output"

Abgesetzt von der Verarbeitung erfolgt die Parametrierung und der Funktionstest über das S4-Bus-Interface. Die Parametrierung umfaßt

- die Anwahl eines Mikroprogramms
- die Bestimmung der MP-Sequenzenbetriebsart
- 35 Laden der Zeilenkontrollspeicher
- Auswahl eines dieser Zeilenkontrollspeicher
- Laden des Parameter-Speichers

Die Inhalte der Zeilenkontrollspeicher und des Parameterspeichers bestimmen voneinander unabhängige Bildteile, über die die oben genannte Verarbeitungsfunktionen ausgeführt werden.

So bestimmt ein Satz von insgesamt nur vier Werten, nämlich der Startpunkt in X-Richtung, die Länge in X-Richtung, der Startpunkt in Y-Richtung und die Länge in Y-Richtung aus dem Parameterspeicher eines von mehreren "Fenstern", nämlich rechteckigen Bildausschnitten aus der Gesamtdarstellung. Dieses Fenster wirkt nun auf die Bildaufnahme in den Speicher, so daß nur ein Teil des angebotenen Bildes übernommen wird, oder auf die Ausgabe, so daß nur ein Teil des Bildspeichers ausgelesen wird, oder auf die Summationen.

Überlagert wird diese Steuerung von den Steuersignalen des Zeilenkontrollspeichers, die für jeden einzelnen Bildpunkt festlegen, ob er zur Summe beiträgt, und zwar jeweils unterschieden nach Zeilen- und Spalten-Summation.

Die typische Anwendung des Rechners HVP II ist so ausgelegt, daß ein Bild in den Bildspeicher geschrieben und gleichzeitig ausgewertet wird, und zwar in Abhängigkeit von den jeweiligen Parametern. In der Pause bis zum Beginn des nächsten Bildes erfolgt die Ausgabe der ermittelten Summen und die Auswertung weiterer, kleinerer Fenster.

Auf diese Weise läßt sich eine Art "Lupeneffekt" erzielen, indem nicht alle 1024 analogen bzw. digitalen Bildsignale, die den einzelnen Bildpunkten zugeordnet sind, verarbeitet, sondern diese digitalen Bildsignale zu

Gruppen zusammengefaßt werden, bspw. zu vier Gruppen von jeweils 256 digitalen Bildsignalen. Aus diesen Gruppen lassen sich bestimmte Bereiche auswählen und mit erhöhter Auflösung darstellen, so daß man bspw. den Filter oder aber den Stempelaufdruck sehr exakt 5 überprüfen kann.

Die Auflösung in Transportrichtung ist bei allen Geschwindigkeiten gleich, weil eine starre Kopplung zwischen dem Zeilentakt, bspw. 128 Zeilen, und der Produktionsgeschwindigkeit vorliegt; d.h. also, daß alle Bilder 10und auch alle "Fenster" immer gleich hell und gleich groß sind.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

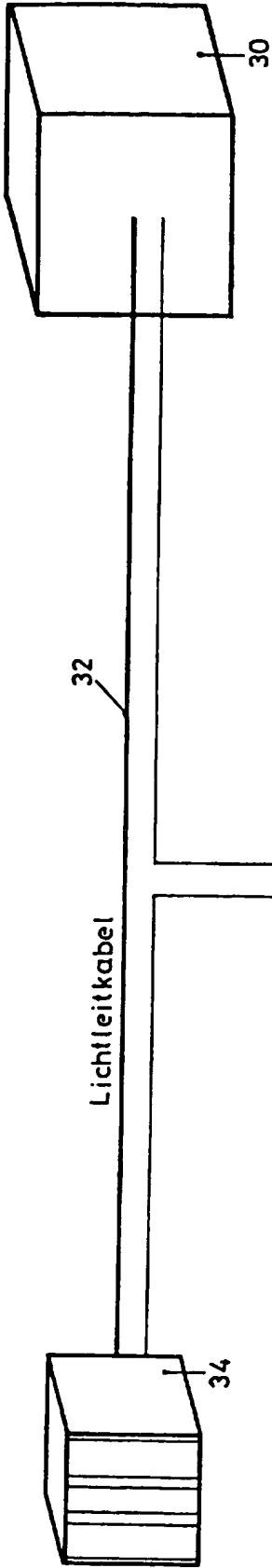
60

65

10

Sensorblock

Lichtquelle



Rechner

Anzeige

Netzzuleitung

3628088

Fig. 2

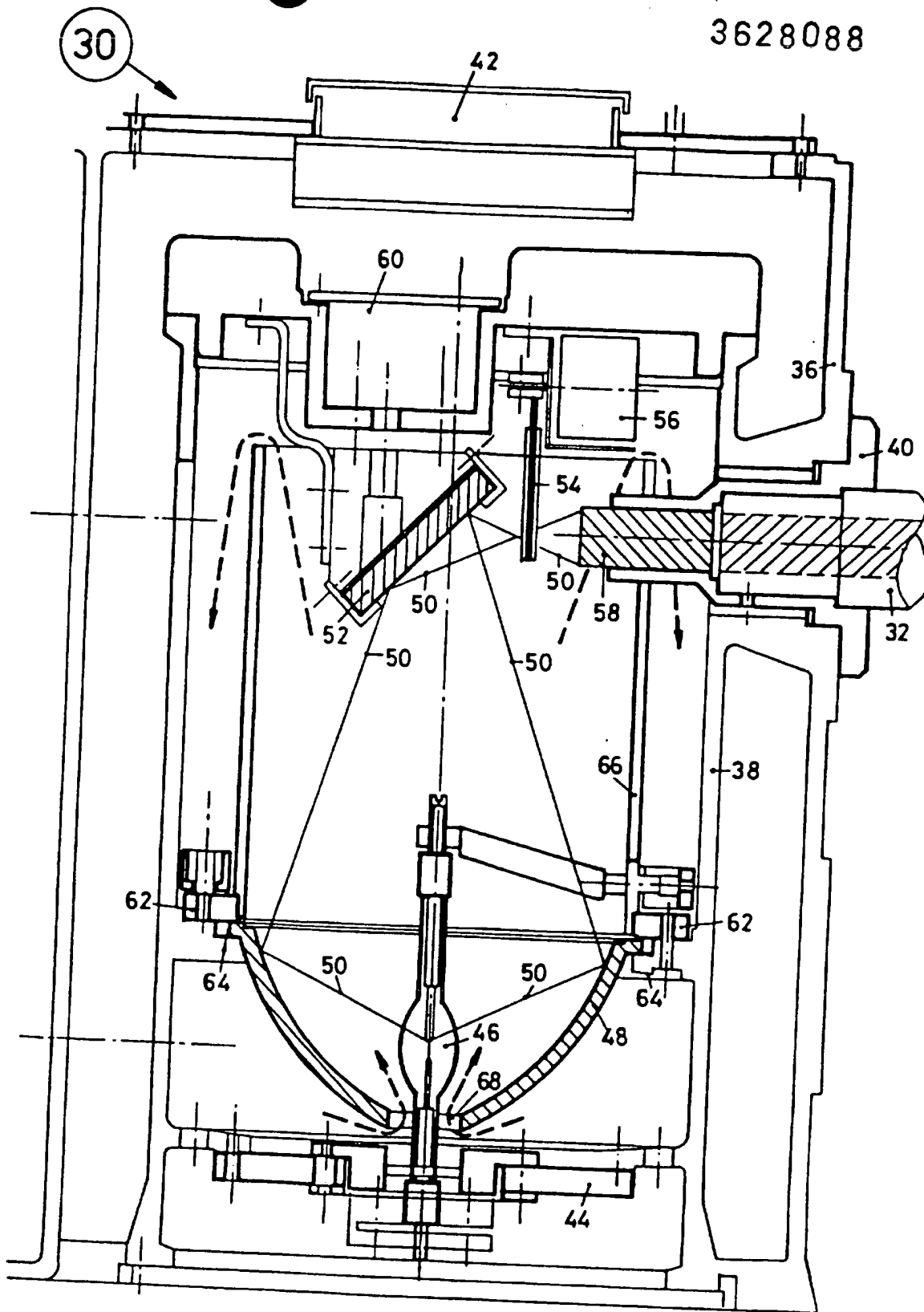
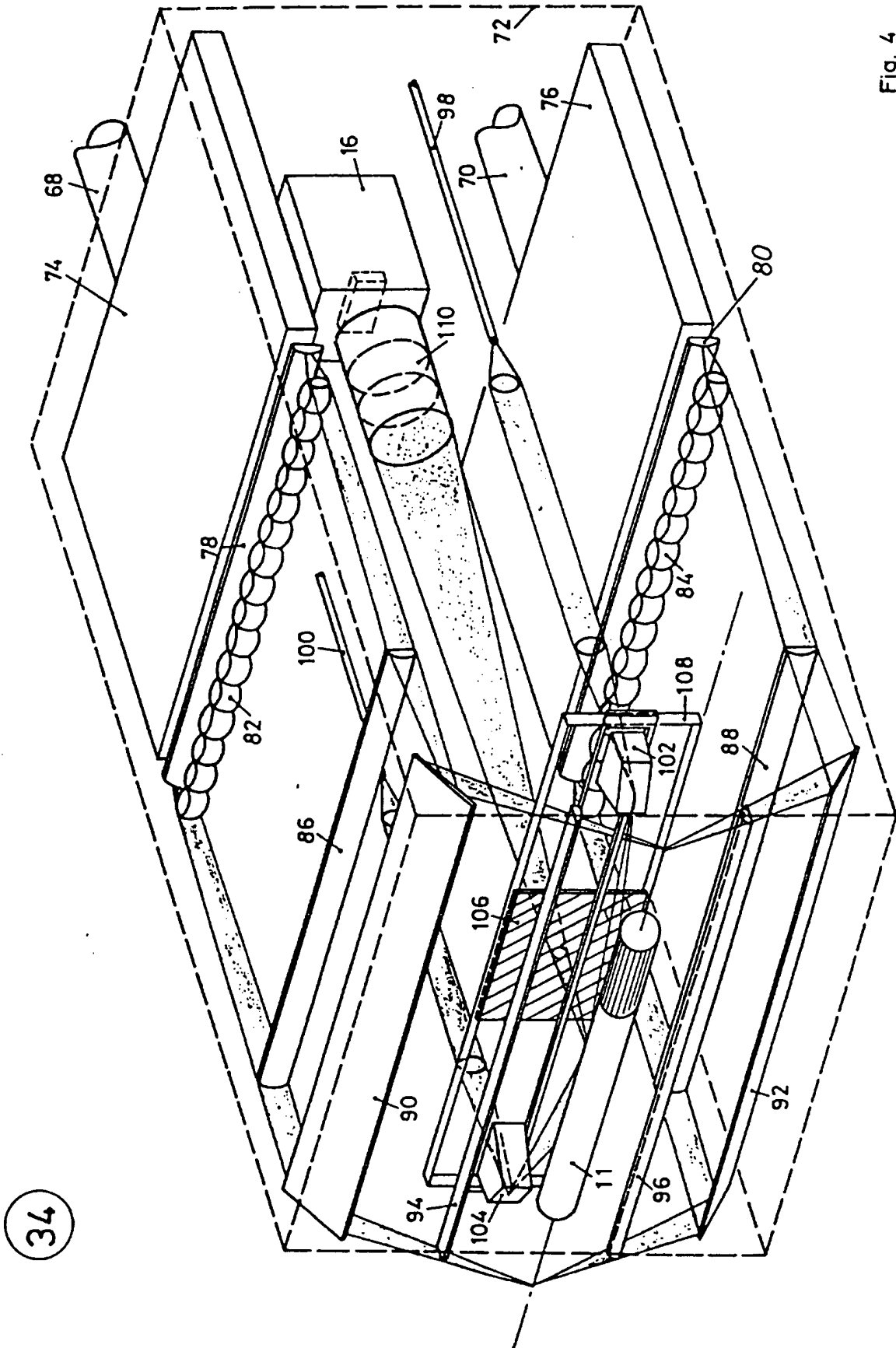


Fig. 3



CCD - Kamera

Kabel

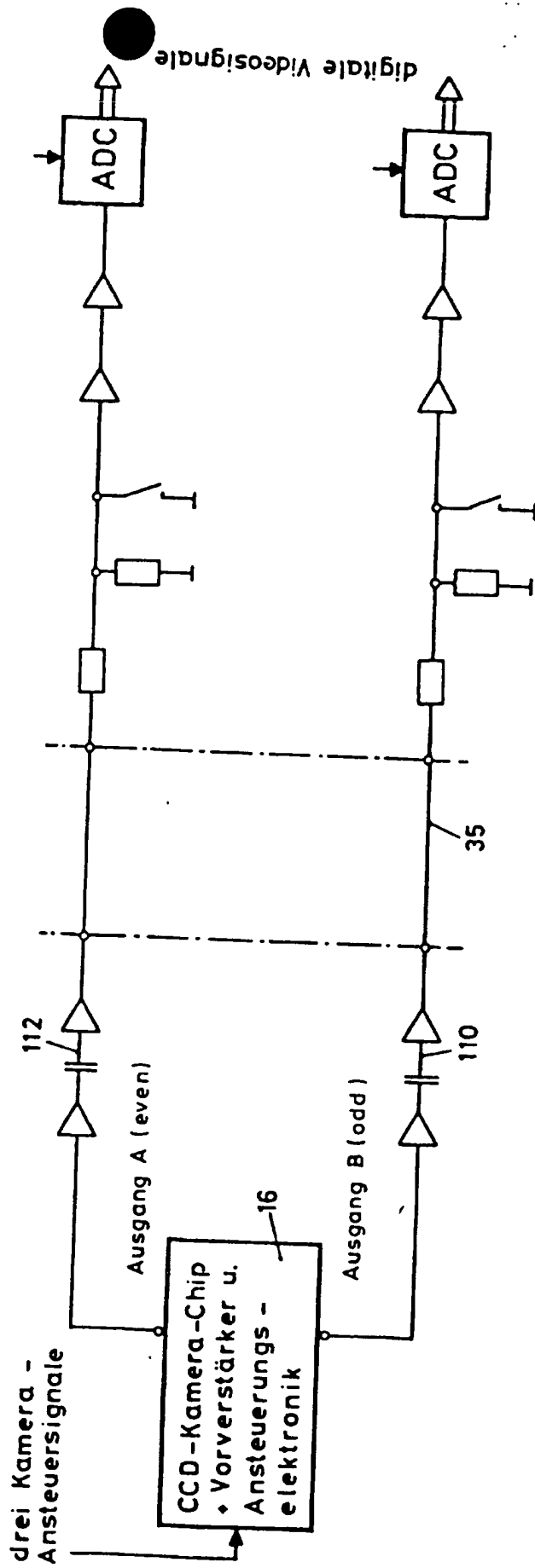


Fig. 5

3628088

3628088

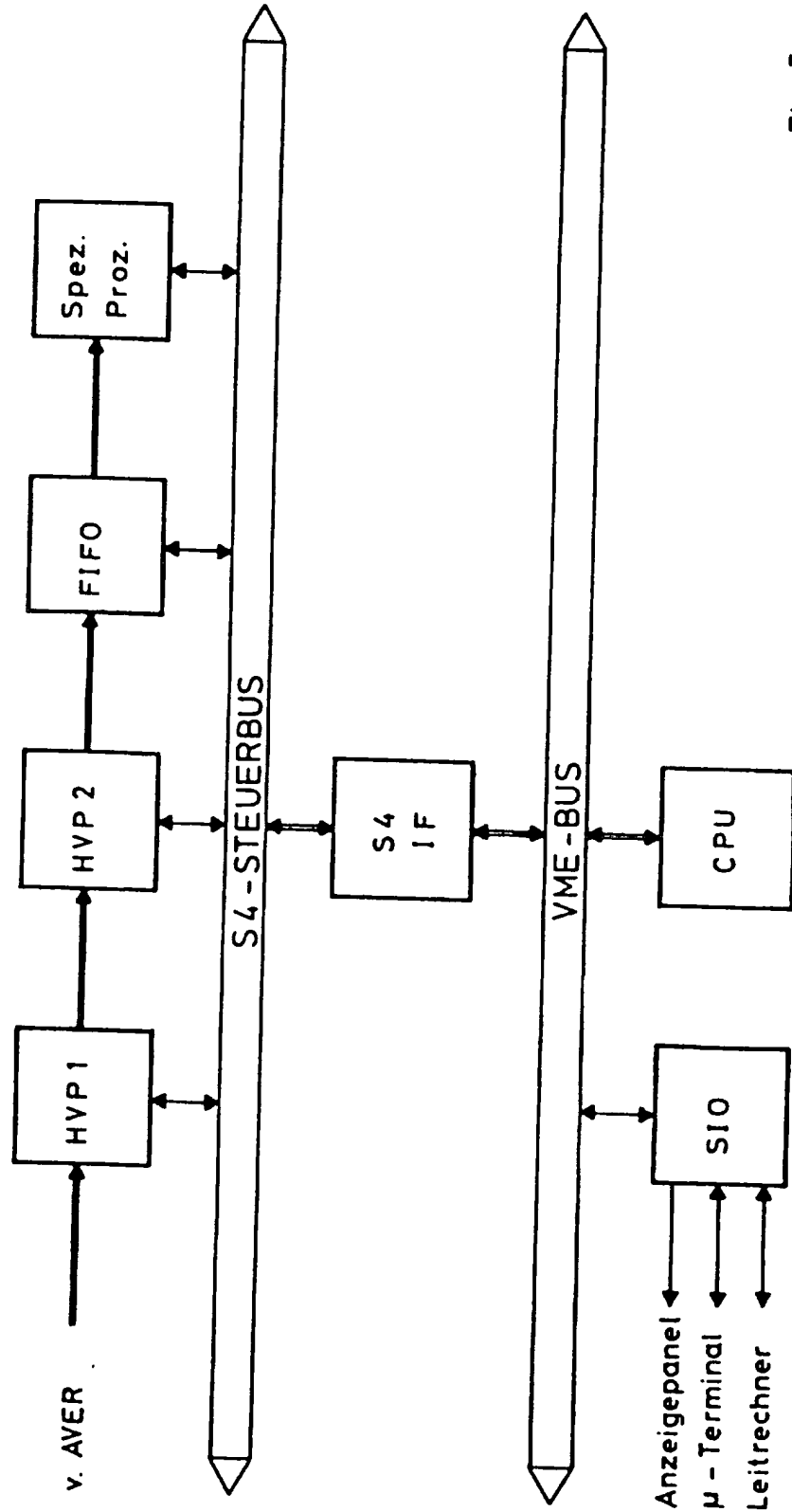


Fig. 7

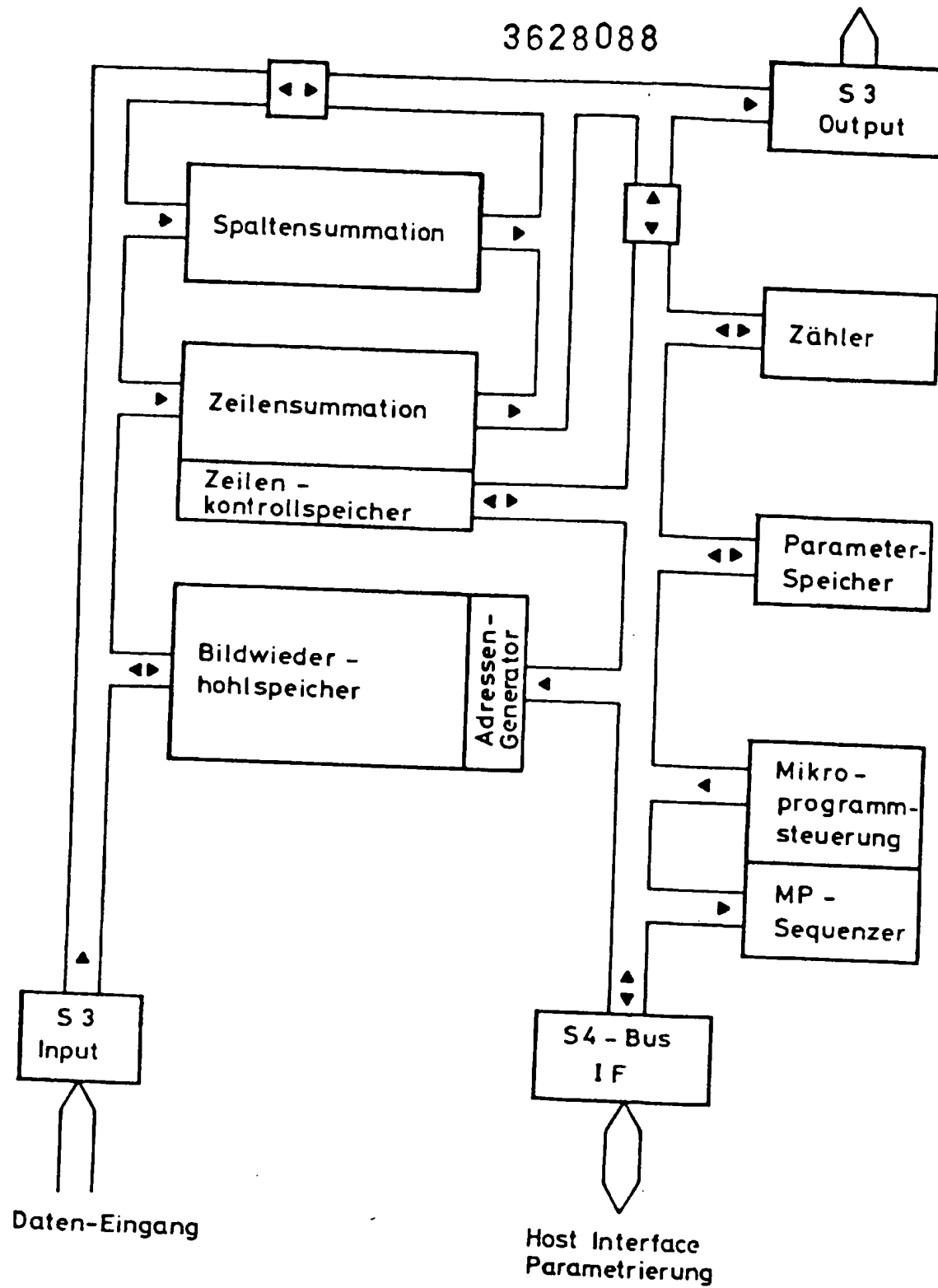


Fig. 8

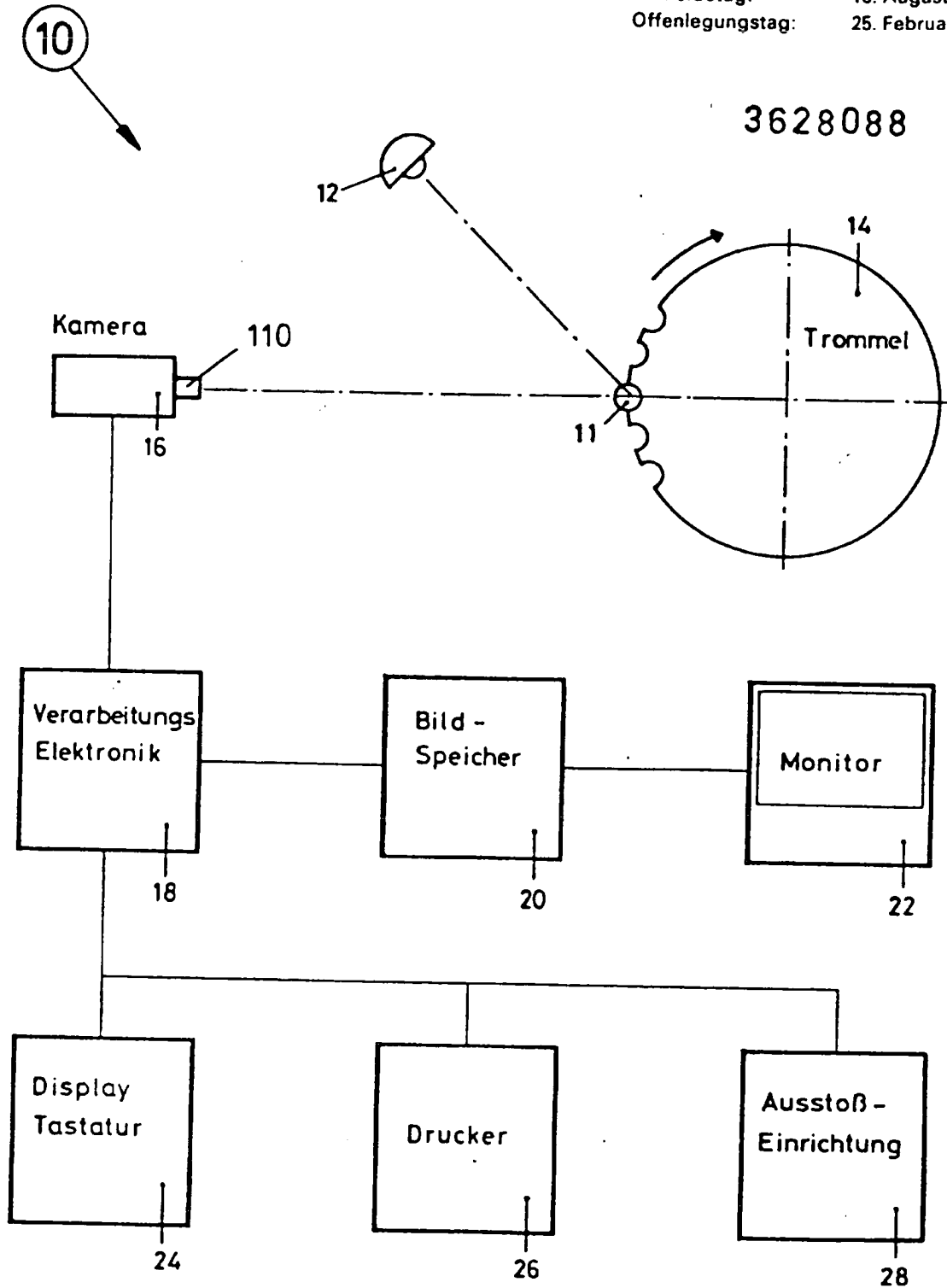


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.